

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

**СТЕПАНОВА ТЕТЯНА МИХАЙЛІВНА**



УДК 664-404.8:664.292:637.412

**ТЕХНОЛОГІЯ ЖЕЛЕ ПЛОДОВО-ЯГІДНОГО  
НА ОСНОВІ НАПІВФАБРИКАТІВ ЖЕЛЮЮЧИХ**

Спеціальність 05.18.16 – технологія харчової продукції

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Сумському національному аграрному університеті та Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент  
**Кондратюк Наталія Вячеславівна,**  
Дніпровський національний університет  
імені Олеся Гончара, доцент кафедри харчових технологій

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
**Гніцевич Вікторія Альбертівна,**  
Київський національний торговельно-економічний  
університет, професор кафедри технології і організації  
ресторанного господарства

доктор технічних наук, доцент  
**Дорохович Вікторія Віталіївна,**  
Національний університет харчових технологій,  
професор кафедри технології хлібопекарських  
і кондитерських виробів

Захист відбудеться « 8 » грудня 2017 р. о 14<sup>00</sup> на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий « 6 » листопада 2017 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради



В.М. Онищенко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Концептуальні зміни в харчуванні стають основою технологічних розробок. У зв'язку з цим з'являється необхідність у створенні нових харчових систем, збалансованих за мікро- та макронутрієнтами і таких, що можна адаптувати під різні смаки споживачів. Особливу популярність мають харчові продукти на основі гелеутворювачів. Теоретичні основи та практичні аспекти виробництва харчової продукції на основі гелів досліджувались у наукових школах провідних українських вчених П.П. Пивоварова, Ф.В. Перцевого, О.О. Гринченко.

Одним із перспективних та стратегічних сировинних ресурсів, що використовується в якості гелеутворювача є пектин, який володіє унікальними комплексуювальними властивостями, що позитивно впливають на холестериновий обмін в організмі, регулюють моторну функцію кишечника, стабілізують рН, врівноважують мінеральний склад та покращують якість мікрофлори шлунково-кишкового тракту, підвищуючи тим самим стійкість організму до дії алергенів та вірусів. Таким чином, використання пектину як гелеутворювача у виробництві харчової продукції має наукове та практичне значення.

Нещодавно пектин вилучали лише з плодів та овочів. На сьогодні це товарна форма, що виробляється з широкого спектру рослинної сировини і має різні технологічні властивості.

Широкий асортимент пектинів, що наразі існує, дозволяє одержати харчові системи з різними реологічними властивостями: від в'язко текучої неньютонівської рідини до щільного зміцненого або пружно-пластичного гелю. Крім того, пектини володіють низкою технологічних властивостей, зокрема високою вологоутримувальною здатністю та тривалою стабільністю утворених систем.

На сьогодні знайшли досить широке застосування модифіковані пектини (низкоетерифіковані, у тому числі й амідовані), що мають високий хімічний потенціал до реалізації процесу іонотропного гелеутворення. Зв'язуючим агентом можуть виступати іони  $\text{Ca}^{2+}$ , які доцільно одержувати з природних ресурсів, адже штучно одержані речовини досить складно і здебільшого негативно впливають на процеси метаболізму, асиміляції, дисиміляції речовин в організмі людини. Джерелом реакційно здатного кальцію є яєчна шкаралупа, адже основною складовою яєчної шкаралупи є кальцит – речовина природного органічного походження з комплексом мінеральних речовин. Це доведено низкою робіт, зокрема Г.М. Дьяконенко, Н.П. Коробової, С.Я. Корячкіної, О.С. Саломатова, Г.О. Осипової та виробниками харчових добавок до їжі «Тяньши», Solgar, IPAR.

Серед широкого асортименту продукції закладів ресторанного господарства особливу групу складає желеподібна десертна продукція, аналіз ринку якої вказує на перспективність розширення асортименту, просування її на продовольчий ринок України за підтримки фундаментальних і прикладних досліджень у цій галузі. Проте недостатній рівень індустріальної виробничої бази, широкого впровадження новітнього наукового доробку харчової науки, а також стійкі тенденції залучення до виробництва желевної продукції імпортованих гелеутворювачів, зокрема на основі агару, фуруцеларану, желатину, спонукає до пошуку сучасних вітчизняних ресурсів, яким є пектин, а для зв'язування і одержання твердих і пружних гелів цілком доцільно використовувати іони кальцію з яєчної шкаралупи.

У зв'язку з цим роботи з пошуку сировинних пектиновмісних ресурсів є актуальними, що також дає можливість розширення асортименту желеподібної продукції.

Для зручності проведення технологічного процесу імовірно є розробка сухих сумішей, що є напівфабрикатами для виробництва десертної продукції (сухі суміші для морозива, пудингів, киселів, кремів, желе). Однак, для ресторанного господарства цього замало. Ресторанна індустрія вимагає швидкості обслуговування, високої якості продукції, зменшення кількості ресурсо- та енерговитрат. Тому розробка технології желе плодово-ягідного на основі напівфабрикатів желюючих для солодких страв, що може бути адаптованою для великої кількості рецептур інших десертів, є актуальною і необхідною для ресторанного господарства і харчового інжинірингу.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до основних напрямів Сумського національного аграрного університету, Харківського державного університету харчування та торгівлі і Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, зокрема згідно з планом науково-дослідних робіт кафедри харчових технологій за темою №0113U0042 «Розробка технологій нових харчових продуктів лікувально-профілактичного призначення».

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розробка науково обґрунтованої технології желе плодово-ягідного на основі напівфабрикатів желюючих для солодких страв (НЖСС).

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- розробити технологію желе плодово-ягідного на основі НЖСС;
- встановити закономірності утворення гелів на основі пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА) та кальцію з порошку яєчної шкаралупи (ПЯШ) як рецептурних компонентів у складі желеючих солодких страв;
- встановити закономірності та обґрунтувати технологічні параметри в системі за участю ПНЕА та ПЯШ;
- обґрунтувати технологію та рецептурний склад НЖСС;
- дослідити споживні властивості желе плодово-ягідного на основі НЖСС;
- здійснити комплекс організаційно-технологічних заходів із упровадження результатів дослідження у виробництво і визначити економічну ефективність від їх практичної реалізації.

*Об'єкт дослідження* – технологія желе плодово-ягідного на основі НЖСС.

*Предмет дослідження* – гелі та модельні системи на основі ПНЕА та кальцію з ПЯШ, НЖСС, желе плодово-ягідні на основі НЖСС.

*Методи дослідження:* аналітичні, органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, методи системного аналізу та синтезу, планування експериментальних робіт.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Проведено системне дослідження функціональних властивостей компонентів гелеутворювальної системи «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ ». Встановлено закономірності одержання гелів шляхом іонотропного гелеутворення, що дозволило одержати наукову інформацію про фазовий стан компонен-

тів та забезпечити утворення гомогенних гелів із заданими структурно-механічними властивостями.

Уперше науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність використання гелеутворювальної системи «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » за участі ПНЕА та кальцію, джерелом якого є ПЯШ, у технології НЖСС та одержання желе плодово-ягідних із високою харчовою цінністю та новими споживними властивостями.

Встановлено закономірності формування основних споживних властивостей НЖСС, визначено й узагальнено вплив рецептурних компонентів на зміну структурно-механічних, фізико-хімічних та органолептичних властивостей модельних систем, напівфабрикатів і желе плодово-ягідного на їх основі.

Науково обґрунтовано склад ПЯШ, а також порядок його внесення до гелеутворювальних систем, виявлено ефективність використання лимонної кислоти в системах із контрольованими значеннями рН, обґрунтовано технологічні параметри гелеутворення на основі гелеутворювальної системи «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » із одержанням НЖСС та желе плодово-ягідного на їх основі. Науково обґрунтовано умови та терміни зберігання нової продукції.

Науково обґрунтовано параметри технологічного процесу під час виробництва НЖСС та желе плодово-ягідних на їх основі з використанням сухих та рідких концентратів соків, а також натуральної плодово-ягідної сировини, що забезпечують високі споживні властивості готової продукції.

Установлено закономірності зміни основних фізико-хімічних, структурно-механічних та мікробіологічних показників зразків желе плодово-ягідного на основі НЖСС під час зберігання.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено технологію НЖСС на основі гелеутворювальної системи «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » і технологію желе плодово-ягідного на основі НЖСС зі зниженим вмістом цукру та високою харчовою цінністю. Розроблені технології дозволяють якісно доповнити раціон споживачів пектиновими речовинами, вітамінами (зокрема групи В та аскорбіновою кислотою), мікроелементами, а також розширити асортимент та впровадити у виробництво нові страви з високою харчовою цінністю, зниженим вмістом цукру та новими споживними властивостями.

Розроблено та затверджено нормативну та технологічну документацію (ТУ У 10.8-04718013-012:2015 «Напівфабрикати желюючі для солодких страв» та ТІ до ТУ У 10.8-04718013-012:2015).

*Реалізація роботи.* Здійснено впровадження технології НЖСС у ПП «Синтез» (м. Дніпро, акт від 30.09.2015 р.), ТОВ «Гудвіл Інвест» (м. Дніпро, акт від 15.10.2015 р) та желе плодово-ягідного з використанням НЖСС у ПП «Синтез» (м. Дніпро, акт від 30.09.2015 р.), ТОВ «Гудвіл Інвест» (м. Дніпро, акт від 15.10.2015 р.).

Випущено дослідно-промислові партії НЖСС та желе плодово-ягідного на їх основі. Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Сумського національного аграрного університету (акт від 30.09.2015 р.).

Підтверджено соціальний та економічний ефекти від впровадження розробок. Розраховано собівартість 100 порцій желе плодово-ягідного на основі НЖСС, що становить 325...350 грн, залежно від асортименту.

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі проблеми, науковому обґрунтуванні та формулюванні мети, задач та програми дослідження; за безпосередньої участі здобувача проведено експериментальні дослідження, розроблено нормативну та технологічну документацію, здійснено промислову апробацію та впровадження у виробництво розроблених технологій. Автор узагальнив результати дослідження та сформулював висновки, підготував до публікації статті та тези.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дослідження дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та одержали позитивну оцінку на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу та аспірантів Харківського державного університету харчування та торгівлі (м. Харків, 2013-2015 рр.), VI та VII Всеукраїнських науково-практичних конференціях молодих учених та студентів із міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (м. Одеса, ОНАХТ, 2013, 2014 рр.), Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку харчових виробництв, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу», присвяченій 40-річчю заснування факультету харчових технологій, готельно-ресторанного і туристичного бізнесу (м. Полтава, ПУЕТ, 2014 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Новітні науково-технічні рішення в харчовій промисловості» (м. Львів, Інститут біотехнології сільськогосподарської і харчової промисловості, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти та комбикорми» (м. Одеса, ОНАХТ, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results» (м. Братислава, Академічне товариство М. Балудянського, 2016 р.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Modern scientific achievements and their practical application» (м. Дубаї, НДЦ з питань освіти RS Global, 2016 р.).

Нові види продукції були продемонстровані та позитивно оцінені на виставках-дегустаціях наукових розробок у Харківському державному університеті харчування та торгівлі (м. Харків, 2014, 2015 рр.), виставці в межах україно-польського проекту «Наукові пікніки в Україні» (м. Харків, ХДУХТ, 2015 р.), виставках-ярмарках «Життя в стилі Еко Сумщина» (м. Суми, СНАУ, 2015, 2016 рр.), виставці в межах заходу «АГРОДЕНЬ - 2016» (м. Суми, СНАУ, 2016 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 16 наукових праць, у тому числі: 6 статей у наукових фахових виданнях України, серед них 4 – у виданнях, які включено до міжнародних наукометричних баз; 10 тез доповідей та матеріалів конференцій.

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 18 додатків. Основний зміст дисертації викладено на 152 сторінках друкованого тексту, містить 50 таблиць, 52 рисунки. Список використаних джерел містить 157 джерел, у тому числі 54 іноземних.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про реалізацію та апробацію результатів роботи.

У **першому розділі** «Сучасні тенденції розвитку технологій виробництва солодких страв» на основі аналізу патентної та науково-технічної літератури визначено сучасні тенденції у виробництві харчових продуктів із желеюною структурою, окреслено перспективи використання нових видів гелеутворювачів, що стало підґрунтям розробки технології десертної продукції на основі ПНЕА. Показано перспективність та актуальність використання ПНЕА в технології НЖСС та спрогнозовано доцільність їх використання в складі желе плодово-ягідного.

Науково обґрунтовано доцільність використання ПЯШ як джерела вільних іонів  $\text{Ca}^{2+}$  в технологічних системах на основі ПНЕА.

У **другому розділі** «Організація, предмети, матеріали та методи дослідження» наведено загальну програму дослідження. Відбір зразків, визначення показників якості готової продукції, загального хімічного складу напівфабрикатів, масової частки вологи, мінеральних речовин, величини рН, мікробіологічних показників, токсичних елементів здійснено згідно з загальноприйнятими методиками. Вміст іонів  $\text{Ca}^{2+}$  визначали за допомогою кальцієвого електрода «Еліс 121».

Структурно-механічні показники дослідних зразків досліджено на модифікованих вагах Каргіна–Соголової шляхом вивчення деформації стиснення структурованих систем під дією пуансона з тефлоновою насадкою за сталого напруження, міцність гелів – за методом Валента.

Органолептичний аналіз готової продукції проведено профільним методом із використанням п'ятибальної шкали.

Економічну ефективність від упровадження результатів визначали за діючими в галузі методиками розрахунку.

Одержані дані опрацьовували методами математичної статистики та кореляційного аналізу.

У **третьому розділі** «Наукове обґрунтування технології напівфабрикатів желеючих для солодких страв» шляхом теоретичних та експериментальних досліджень визначено інноваційну стратегію розробки нового продукту, проведено аналітичні дослідження системи «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » та науково обґрунтовано механізм структуроутворення гелів «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » за умов використання ПЯШ як джерела іонів  $\text{Ca}^{2+}$ .

Технологія желе плодово-ягідного на основі НЖСС розробляється з урахуванням інновацій у галузі виробництва солодких страв із желеподібною структурою, реалізуючи методи іонотропного гелеутворення, обґрунтовані параметри протікання якого дозволять сформувати високі показники якості та харчової цінності нового продукту.

Гелеутворення ПНЕА обумовлено появою так званих «гель-точок» (галактуронатів кальцію), які виникають за рахунок реалізації хімічного потенціалу вільних іонів кальцію, що потрапили до розчину гідроколоїду в коло карбоксильних груп

чотирьох піранозних форм пектинової кислоти та розпочинають утворювати хімічні зв'язки між молекулами полімеру. Утворення зв'язку відбувається за рахунок рівнозначного перерозподілу енергії зв'язування між зарядженою частинкою бівалентного металу та чотирма карбоксильними групами, скупченими навколо нього (рис. 1).

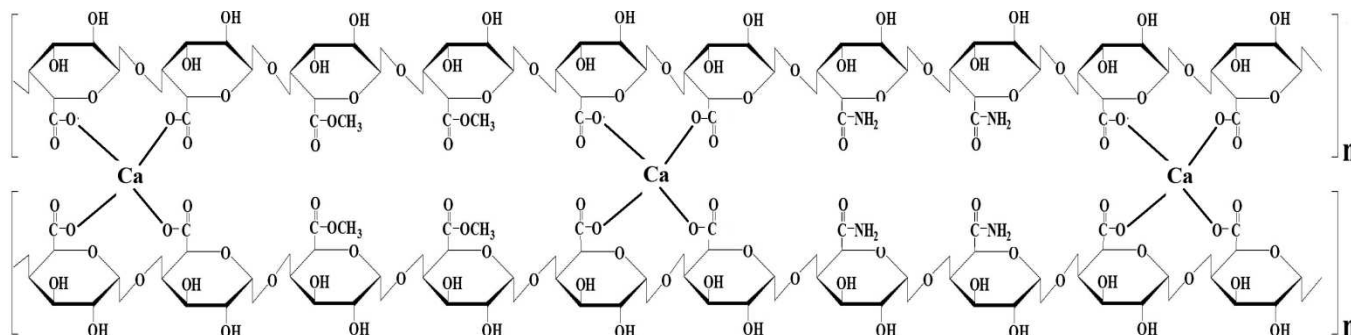


Рис. 1. Принципова модель утворення пектатів за рахунок просторової структури Са-галактуронату

У результаті утворення просторової будови між карбоксильними групами чотирьох залишків галактуронової кислоти, що створюють різні ланцюги пектину, та іоном  $\text{Ca}^{2+}$  відбувається зв'язок, який, прогнозовано, носить координаційний характер.

Іон  $\text{Ca}^{2+}$  виступає в ролі елемента, що зв'язує полімерні ланцюги пектину, та, у свою чергу, зменшує кількість водневих зв'язків і перетворює аморфний гель гідроколоїду на більш пружний та м'який.

Для створення просторової сітки гелю в системі «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » можливе традиційне використання кальцієвмісних солей як неорганічного, так і органічного походження. Шкаралупу курячих яєць через достатню кількість кальцію можна рекомендувати для участі в створенні системи «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ ». Зважаючи, що сіль  $\text{CaCO}_3$  нерозчинна, було прийнято рішення про переведення кальцію в іонну форму шляхом розчинення в розчині з  $\text{pH} < 7$ . Було оглянуто переліки кислот як неорганічних (ортофосфорна, соляна, сірчана, азотна), так і органічних (яблучна, винна, бурштинова, оцтова, лимонна, аскорбінова). На підставі проведеного моніторингу органічних кислот було встановлено, що для використання в системі «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » прийнятною та економічно вигідною є лимонна кислота.

Ураховуючи, що  $\text{CaCO}_3$  ПЯШ має невисоку розчинність у воді – 0,0015 г/100 мл, прийнято рішення використовувати розчин лимонної кислоти для максимального переходу іонів  $\text{Ca}^{2+}$  у активну форму.

Досліджено кінетику вилучення іонів  $\text{Ca}^{2+}$  в 0,18%-му розчині лимонної кислоти залежно від ступеня подрібнення ПЯШ (рис. 2).

Установлено, що  $\text{CaCO}_3$  розчиняється у 0,18%-му розчині лимонної кислоти за кімнатної температури та переходить у форму кальцій цитрату.

Після потрапляння ПНЕА до системи розчиненого в кислому середовищі ПЯШ відбувається реакція утворення галактуронату кальцію. Іони  $\text{Ca}^{2+}$  переходять із нерозчинної солі  $\text{CaCO}_3$  до малорозчинної – кальцій цитрату.



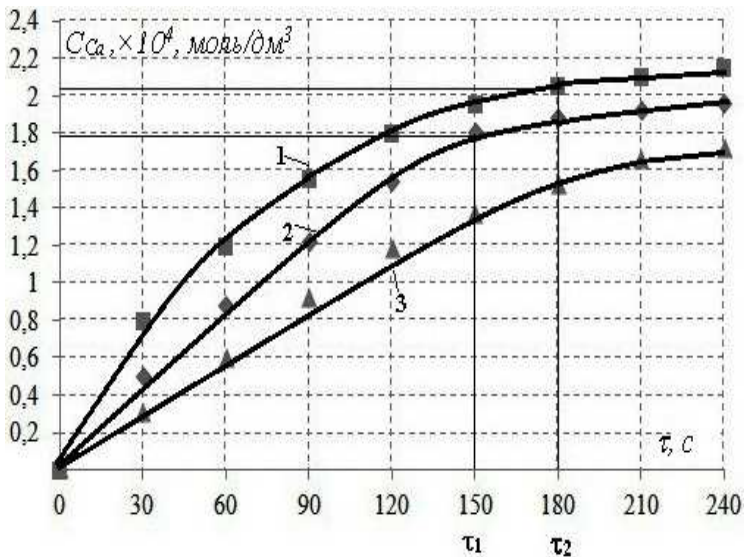


Рис. 2. Кінетика вилучення іонів  $\text{Ca}^{2+}$  в 0,18%-му розчині лимонної кислоти залежно від ступеня подрібнення ПЯШ,  $10^{-6}$  м: 1 – 20...30; 2 – 30...40; 3 – 40...50

Визначено залежність часу розчинення ПЯШ у розчині лимонної кислоти від ступеня подрібнення та швидкості комплексоутворення з ПНЕА.

Раціональний час розчинення ПЯШ знаходиться в межах 180...200 с, що має також середні показники швидкості реакції комплексоутворення в межах 2,0...2,3 моль/л×с.

За стехіометрією, для повного протікання процесів вивільнення іонів  $\text{Ca}^{2+}$  з ПЯШ та їх зв'язування з залишками галактуронової кислоти в матриці пектину необхідно взяти співвідношення ПНЕА:ПЯШ:лимонна кислота як 1:0,06:0,07 відповідно.

Аналітично та експериментально доведено доцільність внесення ПЯШ у кількості 0,1% до складу НЖСС. Саме за цих співвідношень та умов протікання вищенаведених реакцій можна одержати гель із високими показниками якості.

Із метою визначення раціональної концентрації ПЯШ для встановлення оптимуму співвідношень ПНЕА:ПЯШ:лимонна кислота проведено дослідження структурно-механічних показників матричних гелів у діапазоні концентрації ПЯШ 0,05...0,2%.

Кількість «гель-точок», а також місць утворення хімічного зв'язку між іонами кальцію та поблизу розташованими карбоксильними групами зростає, і каркас гелю зміцнюється.

Концентрації ПЯШ, за яких утворюються прозорі, м'які та еластичні гелі, що не піддаються синерезису тривалий час, знаходяться у діапазоні 0,05...0,1%.

Теоретично розраховано кількість залишків галактуронової кислоти, що міститься в концентраціях гелеутворювача 1,0 та 1,1% та дозволить у повному обсязі зв'язати кількість іонів бівалентного металу в кількості 0,1%, вивільнених зі складу ПЯШ. Структурно-механічні властивості гелів за обох концентрацій кардинальних розбіжностей не мають, вологоутримувальна здатність упродовж установленого терміну зберігання є незмінною. Органолептична оцінка обох зразків однакова і має найвищі показники з-поміж зразків, виготовлених за інших концентрацій ПНЕА.

Визначено кінетику міцності гелів на основі системи «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » залежно від рН (рис. 3).

Найбільш інтенсивне наростання міцності гелів відбувається протягом перших  $(40...60) \times 60$  с. У зразках із рН 2,8 наростання міцності відбувається швидше та коливається в діапазоні  $(80...100) \times 60$  с, тоді як у зразках із рН 3,4 спостерігається повільніше наростання міцності гелів, яке знаходиться в діапазоні  $(60...80) \times 60$  с, бо процес вилучення іонів  $\text{Ca}^{2+}$  відбувається повільніше.

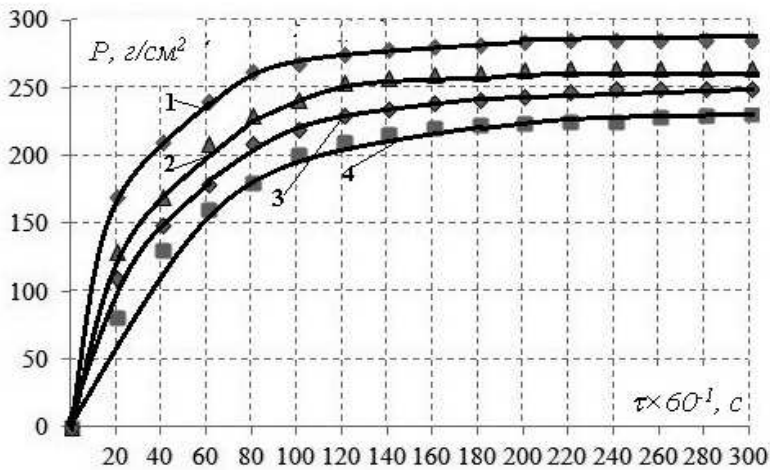


Рис. 3. Кінетика міцності гелів ( $P$ ) на основі системи «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » (по Валенту) залежно від рН: 1 – 3,4; 2 – 3,2; 3 – 3,0; 4 – 2,8

Установлено, що раціональний вміст лимонної кислоти знаходиться у діапазоні 0,09...0,13%.

Установлено закономірності у формуванні структурно-механічних властивостей гелів на основі системи з НЖСС у межах стехіометричних співвідношень «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » від концентрації сахарози, яка зменшує ступінь гідратації молекул полісахариду за рахунок сорбції диполів води через водневі зв'язки з утворенням нестійкої міжфазної поверхні.

Раціональний вміст сахарози знаходиться у діапазоні 10...16%.

Розроблено технологічну схему виробництва НЖСС (рис. 4), що реалізується за наступними варіантами: НЖСС-1 (з кислотою) та НЖСС-2 (без кислоти). Визначено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники НЖСС.

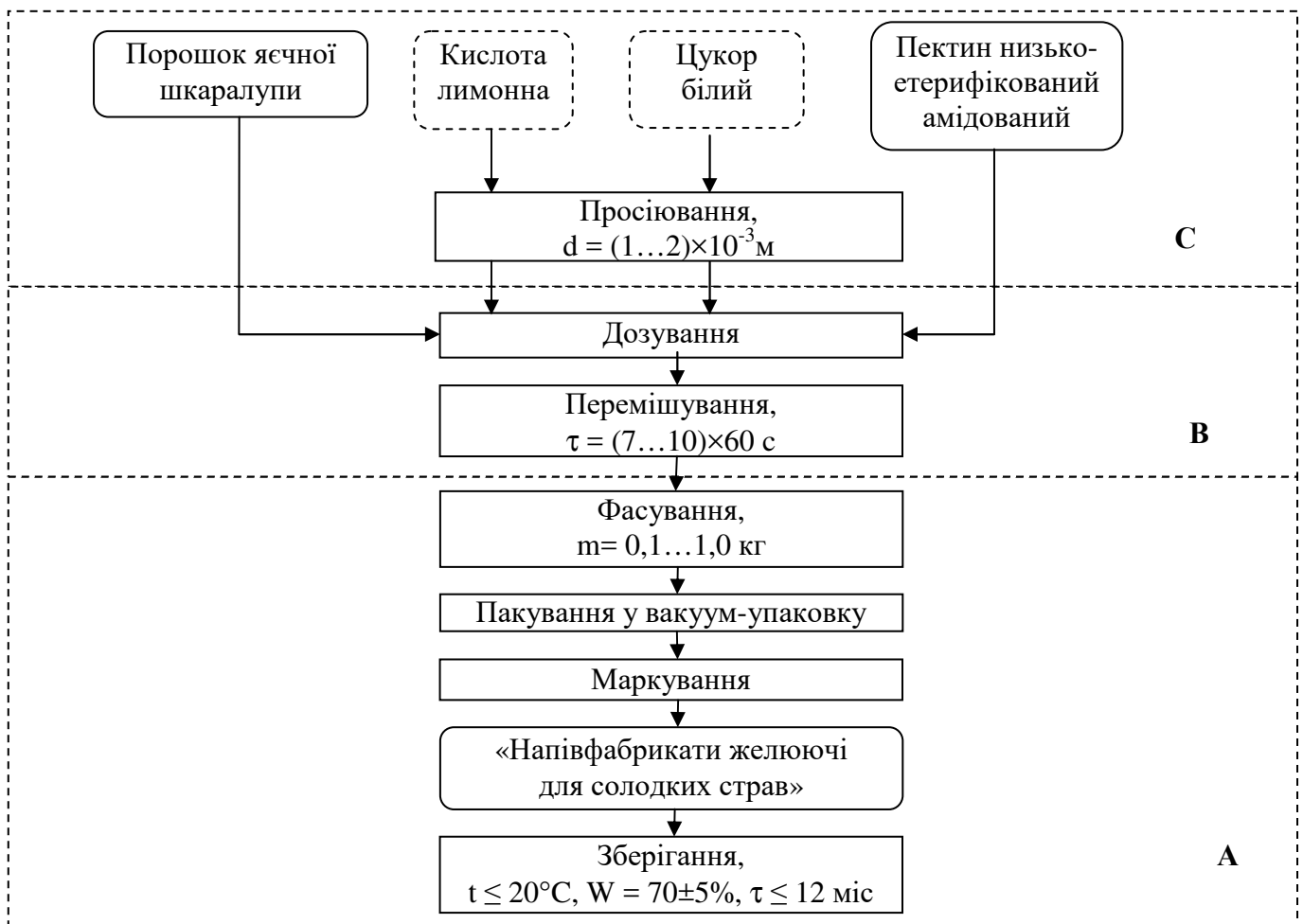


Рис. 4. Технологічна схема виробництва НЖСС

У четвертому розділі «Розробка технології желе плодово-ягідного на основі напівфабрикатів желюючих для солодких страв» встановлено вплив рецептурних компонентів на процес гелеутворення та показники якості желе плодово-ягідного на основі НЖСС; визначено рецептурний склад нової продукції; розроблено технологічні схеми виробництва желе; науково обґрунтовано терміни зберігання готової продукції.

Згідно з ТУ У 10.8-04718013-012:2015 НЖСС має термін зберігання не більше ніж 12 місяців (за  $t \leq 20^\circ\text{C}$ ,  $W_{\text{нов.}} = 70 \pm 5\%$ ), виробництво желе плодово-ягідного зводиться до обґрунтування параметрів внесення напівфабрикату до традиційних харчових систем та встановлення їх рецептурного складу.

Розроблено технологію желе плодово-ягідного: «ПіК» (вишневий, апельсиновий та лимонний) на основі сухих концентратів соків – вишневого, апельсинного, лимонного; «ПіК Преміум» (вишневий, апельсиновий, лимонний) на основі рідких концентратів соків – вишневого, апельсинного, лимонного; «ПіК Преміум Фреш» (вишневий, апельсиновий, лимонний) на основі натуральної плодово-ягідної сировини – вишні, апельсину, лимону.

Технологічні схеми розроблених желе плодово-ягідних наведено на рис. 5 і 6.

Установлено, що розроблені желе плодово-ягідні на основі НЖСС-1 із використанням сухих концентрованих соків «ПіК» (апельсиновий, вишневий та лимонний), НЖСС-2 та рідких концентрованих соків «ПіК Преміум» (апельсиновий, вишневий та лимонний) і плодово-ягідної сировини «ПіК Преміум Фреш» (апельсиновий, вишневий та лимонний) мають високі органолептичні показники, що доводить їх споживну цінність, прогнозує високий рівень попиту на цей вид продукції та визначає як конкурентоспроможну на ринку аналогічних продуктів.

Із метою дослідження харчової цінності визначалися хімічний та мінерально-вітамінний склад готової продукції. Також були встановлені зміни під час зберігання готових желе плодово-ягідних.

Встановлено терміни придатності желе плодово-ягідного (за  $t = 4 \dots 6^\circ\text{C}$  – до 12 год).

Досліджено показники безпечності зразків нових желе плодово-ягідного на основі НЖСС, фактичні значення яких знаходяться в межах допустимих норм. Розроблено рекомендації до їх використання.

Прослідковано подовження термінів зберігання готової продукції на основі НЖСС. На підставі проведеного аналізу як консервант для розроблених желе плодово-ягідних на основі НЖСС обрано бензоат натрію, рекомендована кількість до внесення якого складає 0,05%. Термін придатності желе плодово-ягідного за умови використання консерванту та герметичної упаковки (за  $t = 4 \dots 6^\circ\text{C}$ ) – до 90 діб.

Підтверджено соціальний ефект від упровадження технології НЖСС та желе плодово-ягідного на їх основі, який полягає в розширенні асортименту желейних страв із підвищеною харчовою цінністю та зниженим вмістом цукру, що виготовляються в закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості.

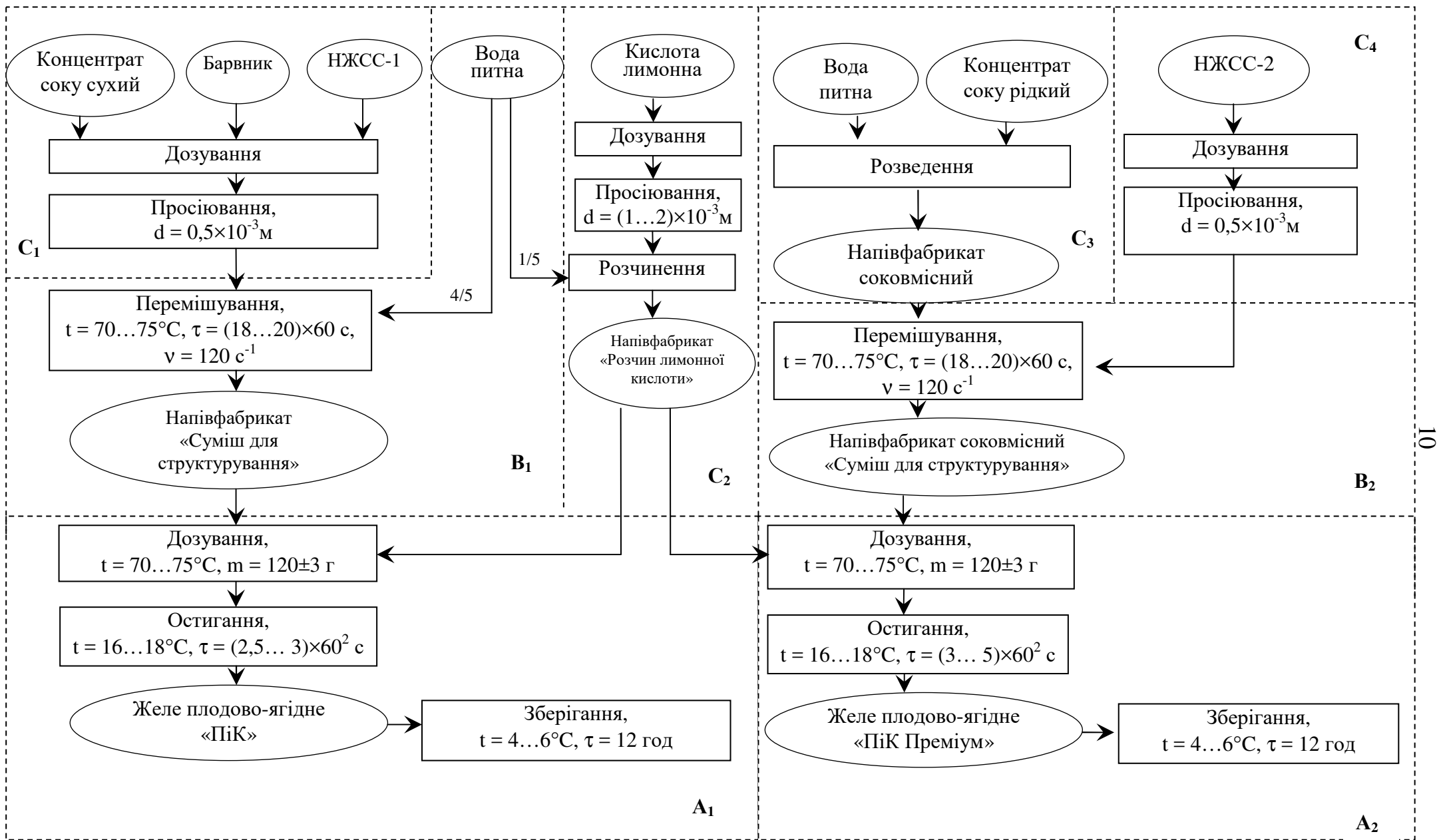


Рис. 5. Технологічна схема виробництва желе плодово-ягідного на основі НЖСС із використанням сухих (НЖСС-1) і рідких (НЖСС-2) концентратів соків

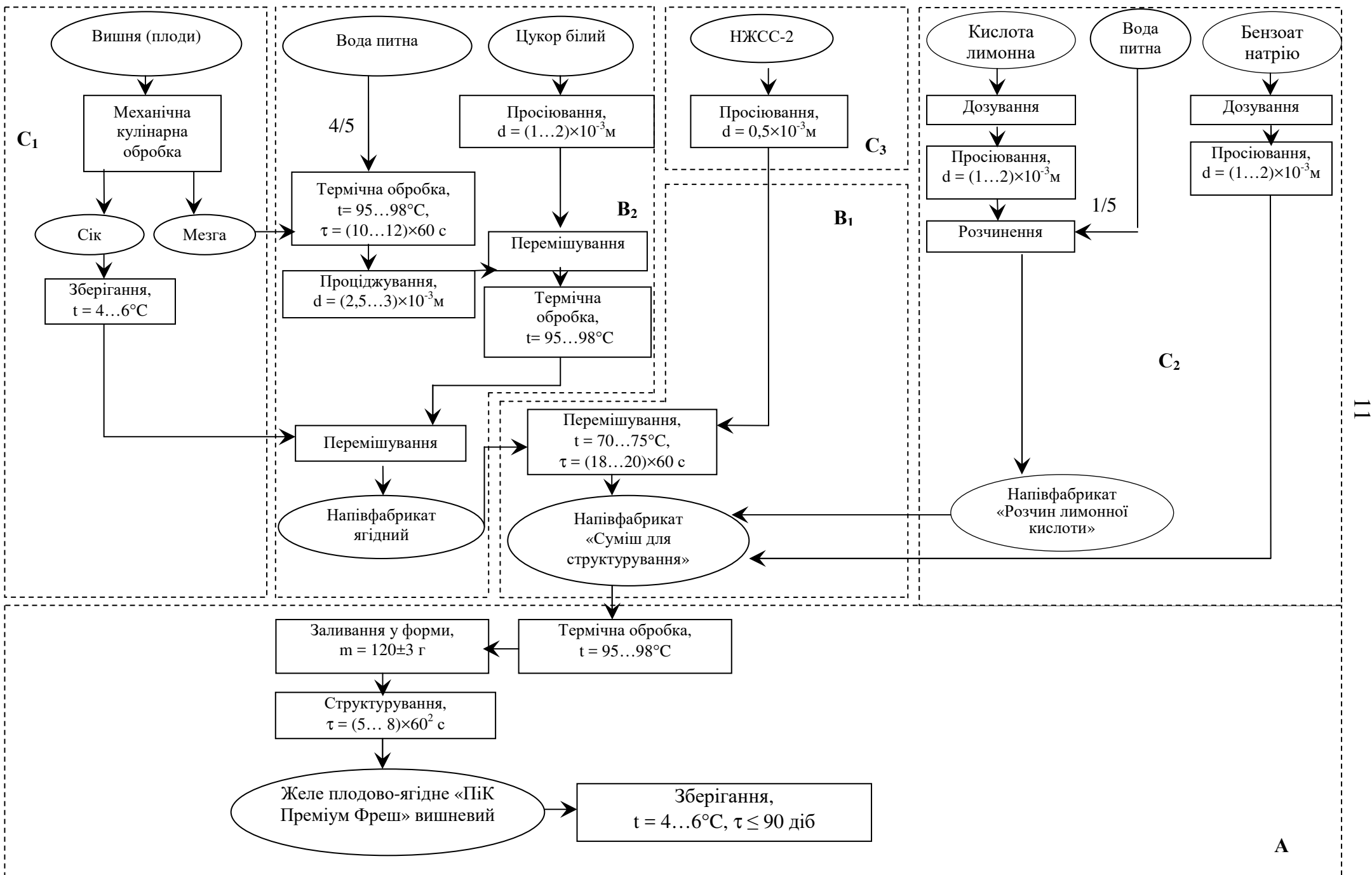


Рис. 6. Технологічна схема виробництва желе з плодово-ягідними наповнювачами на основі НЖСС-2 із використанням ягід вишні

У п'ятому розділі «Практична реалізація розробленої технології» доведено економічну доцільність упровадження розроблених пропозицій на підприємствах харчової промисловості та в закладах ресторанного господарства, а також привабливість наукових розробок як об'єкта інвестиційних вкладень.

Визначено, що впровадження технології НЖСС у закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості дозволить одержати господарюючому суб'єкту прибуток у розмірі 6,0...6,3 тис. грн на кожен тону реалізованої продукції. Розраховано собівартість 100 порцій желе плодово-ягідного на основі НЖСС, що становить 325...350 грн, залежно від асортименту.

Доведено, що цей напівфабрикат і продукти на його основі є доступними для широких верств населення з різним рівнем доходу, можуть бути використані в закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості як доповнення до харчових раціонів.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано та експериментально доведено перспективність використання харчових систем «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ », встановлено закономірності одержання гелів шляхом іонотропного гелеутворення, узагальнено теоретичні та експериментальні дослідження з розробки технології желе плодово-ягідного на основі напівфабрикатів желуючих для солодких страв.

1. На підставі комплексного аналізу теоретичного матеріалу та експериментальних досліджень розроблено технологію желе плодово-ягідного на основі НЖСС.

2. Встановлено закономірності структуроутворення та доведено, що швидкість гелеутворення залежить від ступеня подрібнення ПЯШ, концентрації ПНЕА, концентрації лимонної кислоти та співвідношення ПНЕА:ПЯШ. Встановлено, що раціональний час розчинення ПЯШ у водному середовищі з концентрацією лимонної кислоти 0,18% з обраним ступенем подрібнення  $d_{\text{сер}} = (30...40) \times 10^{-6}$  м знаходиться в межах 180...200 с.

3. Встановлено закономірності та обґрунтовано технологічні параметри в системі за участю ПНЕА та ПЯШ. Дослідженням структурно-механічних властивостей гелів «ПНЕА –  $\text{Ca}^{2+}$ » експериментально доведено раціональне співвідношення ПНЕА:ПЯШ як 1,0:0,1 (г/г).

4. Обґрунтовано технологію та рецептурний склад НЖСС. Рецептурні складові НЖСС обґрунтовано у наступних співвідношеннях ПНЕА:ПЯШ:лимонна кислота:цукор – 1:0,1:0,18:16 відповідно. Встановлено термін придатності НЖСС – до 12 місяців (за  $t \leq 20^\circ\text{C}$ ,  $W_{\text{нов}} = 70 \pm 5\%$ ).

5. Досліджено споживні властивості желе плодово-ягідного «ПіК» (апельсиновий, вишневий та лимонний) – на основі сухих концентратів соків, «ПіК Преміум» (апельсиновий, вишневий та лимонний) – на основі рідких концентратів соків, «ПіК Преміум Фреш» (апельсиновий, вишневий та лимонний) – на основі натуральної плодово-ягідної сировини. Встановлено, що за органолептичними показниками раціональний вміст НЖСС-1 (із кислотою) для желе плодово-ягідного «ПіК» (апельсиновий, вишневий та лимонний) складає 17,60%, а НЖСС-2 (без кислоти)

для желе плодово-ягідного «ПіК Преміум» (апельсиновий, вишневий та лимонний) та «ПіК Преміум Фреш» (апельсиновий, вишневий та лимонний) – 18,20...22,50%.

Вивчено зміни фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей желе плодово-ягідного на основі НЖСС. Визначено основні фізико-хімічні, технологічні, органолептичні, мікробіологічні та токсикологічні показники НЖСС та желе плодово-ягідного на їх основі. Встановлено терміни придатності желе плодово-ягідного: за  $t = 4...6^{\circ}\text{C}$  – до 12 год, за умови використання консерванту та герметичної упаковки (за  $t = 4...6^{\circ}\text{C}$ ) – до 90 діб.

6. Розроблено та затверджено технічні умови ТУ У 10.8-04718013-012:2015 «Напівфабрикати желюючі для солодких страв». Проведено комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження розробленої технології у виробництво, що підтверджує соціальний та економічний ефекти від впровадження нової продукції у виробництво. Визначено, що впровадження технології НЖСС у закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості дозволить одержати господарюючому суб'єкту прибуток у розмірі 6,0...6,3 тис. грн на кожному тону реалізованої продукції. Розраховано собівартість 100 порцій желе плодово-ягідного на основі НЖСС, що становить 325...350 грн, залежно від асортименту.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Степанова Т. М., Пивоваров П. П., Пивоваров Є. П., Кондратюк Н. В. Перспективи використання цитрусових плодів у складі гелеподібної десертної продукції на основі системи «альгінат натрію-пробіотичні мікроорганізми» // Наукові праці. Одеса: Одеська нац. акад. харч. технол., 2013. Вип. 44. Том 2. С. 118–120. *Внесок здобувача: постановка задач дослідження, здійснено теоретичний аналіз гелеподібної десертної продукції, встановлено перспективи використання цитрусових плодів у технології желеподібної десертної продукції, узагальнено результати.*

2. Степанова Т. М., Пивоваров Е. П., Кондратюк Н. В. Перспективи використання яичної скорлупи в технології сладких блюд на основі пектина // Нові рішення в сучасних технологіях: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». Х.: НТУ «ХПІ». 2014. Вип. 17. С.175–180. **Стаття у фаховому виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: досліджено технологічні системи з використанням порошку яєчної шкаралупи в структуроутворенні з низькоетерифікованим амідованим пектином.*

3. Stepanova Tetiana, Kondratjuk Natalia, Pyvovarov Pavlo, Pyvovarov Yevgen. Modeling of low calorie pectin-based product composition // Ukrainian Food Journal, 2015. Vol. 4. Is. 1. P. 40-49. **Стаття у фаховому виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: визначена роль низькоетерифікованого амідованого пектину в формуванні властивостей гелевих систем за участі іонів кальцію, одержаних шляхом кислотного гідролізу з порошку яєчної шкаралупи.*

4. Степанова Т. М., Кондратюк Н. В., Пивоваров Є. П. Вплив сахарози на структурно-механічні властивості системи на основі «напівфабрикату драглеутворюючого для желейних виробів» // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2015. Вип. 3/10 (75). С. 49-54. **Стаття у фаховому виданні України, що**

**включено до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: одержано та проаналізовано експериментальні дані щодо впливу сахарози на процес гелеутворення в системах на основі НЖСС.*

5. Степанова Т. М. Наукове обґрунтування ролі системи «NEA rectin:Ca<sup>2+</sup>» у формуванні асортименту низькокалорійної кулінарної продукції // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2015. Вип. 1 (21). С. 325–331.

6. Степанова Т. М. Инновационные идеи в технологии сладких желированных блюд на основе плодово-ягодного сырья // Нові рішення в сучасних технологіях: зб. наук. пр./ Нац. техн. ун-т «ХПІ». Х.: НТУ «ХПІ», 2015. Вип. 17. С.108-113. **Стаття у фаховому виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.**

7. Степанова Т. М., Кондратюк Н. В., Довгополова О. О. Пектини та пектиновмісна сировина для покращення імунного статусу людини шляхом відновлення кишкової мікрофлори // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнародною участю, 5-6 листопада 2013 р.: матеріали / Одеська нац. акад. харч. технол. Одеса: ОНАХТ, 2013. С. 73–74. *Внесок здобувача: розкрито доцільність використання пектиновмісної сировини в технології харчової продукції з метою підвищення імунного статусу людини в процесі відновлення кишкової мікрофлори*

8. Степанова Т. М., Кондратюк Н. В., Гришакова А. М. Натуральні барвники та ароматизатори в желейній десертній продукції для дітей та дорослих // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнародною участю, 5-6 листопада 2013 р.: матеріали / Одеська нац. акад. харч. технол. Одеса: ОНАХТ, 2013. С. 136-137. *Внесок здобувача: обґрунтовано використання натуральних барвників та ароматизаторів у технології десертної продукції з желеподібною структурою.*

9. Степанова Т. М., Кондратюк Н. В. Вивчення процесу гелеутворення в системі «NEA rectin:Ca<sup>2+</sup>» // Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві: Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 12-14 листопада 2014 р.: тези доп. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2014. С. 37. *Внесок здобувача: досліджено особливості структуроутворення в системі «ПНЕА – Ca<sup>2+</sup>»; встановлено вплив технологічних чинників на структурно-механічні властивості систем гелів.*

10. Степанова Т. М., Кондратюк Н. В., Федірко А. О. Проблема кальцієдефіциту серед молоді та способи її подолання // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: VII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнародною участю, 4-5 листопада 2014 р.: матеріали / Одеська нац. акад. харч. технол. Одеса: ОНАХТ, 2014. С. 71–72. *Внесок здобувача: визначено доцільність використання джерел вільних йонів кальцію в технології солодких страв із підвищеною харчовою цінністю і зниженою калорійністю.*

11. Степанова Т. М., Кондратюк Н. В., Удянська Ю. О. Особливості приготування солодких желейних виробів на основі системи «NEA rectin:Ca<sup>2+</sup>» // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнародною участю, 4-5 листопада 2014 р.: матері-



али / Одеська нац. акад. харч. технол. Одеса: ОНАХТ, 2014. С. 134. *Внесок здобувача: визначено роль та взаємовплив рецептурних компонентів на процес гелеутворення в системі «ПНЕА:Ca<sup>2+</sup>» з метою одержання солодких страв із високими органолептичними показниками та харчовою цінністю.*

12. Степанова Т. М., Кондратюк Н. В., Дубовик О. В. Вивчення особливостей драглеутворення в системі «NEA pectin-Ca<sup>2+</sup>» // Актуальні проблеми та перспективи розвитку харчових виробництв, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу: Міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 листопада 2014 р.: матеріали / Полтав. ун-т екон. та торг. Полтава: ВНЗ Укоопспілки «ПУЕТ», 2014. С. 40–41. *Внесок здобувача: досліджено процес іотропного гелеутворення між карбоксильними групами низькоетерифікованого амідованого пектину та вільними іонами кальцію, який завершується формуванням стійких хелатних комплексів із подальшим одержанням термостабільних гелів із заданими структурно-механічними властивостями.*

13. Степанова Т. М. Особливості використання поліфункціонального драглеутворюючого напівфабрикату для желейних виробів // Харчові технології, хлібопродукти та комбікорми: Міжнар. наук.-практ. конф., 16-17 вересня 2015 р.: матеріали / Одеська нац. акад. харч. технол. Одеса: ОНАХТ, 2015. С. 72–73.

14. Stepanova T., Kondratiuk N., Piwowarow P., Piwowarow E. Opracowanie niskokalorycznego strukturuwanego produktu kompleksowego dzialania // Nowe rozwiazania naukowe i techniczne przemysl spozywczy: międzynarodowa konferencja naukowa, 2-3 Marzec 2015 r.: materialy / Inst. Biotechn. Przem. Roln.-Spoż. Lwów: Spolom, 2015, P. 85-92. *Внесок здобувача: узагальнено результати досліджень матричних гелів під час розробки низькокалорійного структурованого продукту.*

15. Stepanova T. M., Kondratiuk N. V, Bobr O. V. Pectin-calcium gels research within in vitro system // Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results: Intern. Scient. and Pract. Conf., 15-18 March 2016: materials / Academic Society of Michal Baludyansky. Bratislava: LLC Interservice, 2016. P. 134-135. *Внесок здобувача: проведено експериментальні дослідження пектино-кальцієвих гелів у системі «in vitro», узагальнено результати.*

16. Stepanova T. M., Kondratiuk N. V, Sliusar D. M. The research of physical and structural-mechanical properties of fruit-berry jelly samples based on «LEAP – Ca<sup>2+</sup>» system // World Science: Intern. Scient. and Pract. Conf., 27–28 October 2016: materials / Intern. Educ. Cent. Dubai: RS Global, 2016. P. 43–44. *Внесок здобувача: проведено експериментальні дослідження процесу іотропного гелеутворення у середовищі на основі системи «ПНЕА-Ca<sup>2+</sup>», проаналізовано структурно-механічні властивості желе плодово-ягідного на основі системи «ПНЕА-Ca<sup>2+</sup>», узагальнено результати.*

## АНОТАЦІЯ

Степанова Т.М. Технологія желе плодово-ягідного на основі напівфабрикатів желеуючих. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2017.

У дисертації науково обґрунтовано та розроблено технологію желе плодово-ягідного на основі напівфабрикатів желюючих для солодких страв. Визначено їх споживні та технологічні властивості, обґрунтовано умови та терміни зберігання. Розроблено та затверджено нормативну та технологічну документацію, здійснено впровадження нових технологій у закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості.

Обґрунтовано спосіб одержання структурованих систем методом іонотропного гелеутворення з використанням низькоетерифікованого амідованого пектину та порошку яєчної шкаралупи як іонів кальцію. На основі результатів досліджень встановлено закономірності формування структури, обґрунтовано рецептурний склад та технологічні параметри одержання напівфабрикатів желюючих для солодких страв та желе плодово-ягідного на їх основі.

*Ключові слова:* желе плодово-ягідне, низькоетерифікований амідований пектин, порошок яєчної шкаралупи, кальцій, напівфабрикат желюючий, солодкі страви.

## АННОТАЦІЯ

Степанова Т.М. Технология желе плодово-ягодного на основе полуфабрикатов желирующих – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология пищевой продукции. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2017.

В диссертации научно обоснована и разработана технология желе плодово-ягодного на основе полуфабрикатов желирующих для сладких блюд. Определены их потребительские и технологические свойства, обоснованы условия и сроки хранения. Разработана и утверждена нормативная и технологическая документация, осуществлено внедрение новых технологий в заведениях ресторанного хозяйства и на предприятиях пищевой промышленности.

Обосновано способ получения структурированных систем методом ионотропного гелеобразования с использованием низкоэтерифицированного амидированного пектина и порошка яичной скорлупы в качестве ионов кальция. На основе результатов исследований установлены закономерности формирования структуры, обосновано рецептурный состав и технологические параметры получения полуфабрикатов желирующих для сладких блюд и желе плодово-ягодного на их основе.

*Ключевые слова:* желе плодово-ягодное, низкоэтерифицированный амидированный пектин, порошок яичной скорлупы, кальций, полуфабрикат желирующий, сладкие блюда.

## ANNOTATION

Stepanova T.M. Technology of fruit-berry jelly based of semi-finished jelly products. – Manuscript.

Thesis for Candidate's degree of Technical Science by Specialty 05.18.16 – Technology of Food Production. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science, Kharkiv, 2017.

In the thesis work it was scientifically substantiated and worked out the technology of fruit-berry jelly based of semi-finished jelly products.

The expediency of using low-esterified amidated pectin (PLEA) and eggshell powder as a source of calcium was experimentally confirmed. It was the aim of obtaining structured systems by the method of ionotropic gelling in the technology of semi-finished products for gelling for sweet dishes.

The regularities of formation of calcium-pectin gel in the system «PLEA-Ca<sup>2+</sup>» are established. The role of chelate formation between galacturonic residues of pectin and free ions of Ca<sup>2+</sup> which are extracted from the powder of the egg shell is determined.

The data that are obtained have concentration dependence. This is determined by the following ratio of galacturonic residues and Ca<sup>2+</sup> ions such as 1,0:0,1. The maximally strong gels are formed under these conditions. The concentrations of components for the complete realization of the gel formation process were established such as ( $\omega_{PLEA} = 1\%$ ;  $\omega_{Ca^{2+}} = 0,1\%$ ;  $\omega_{H^+} = 0,18\%$ ;  $\omega_{sug} = 16\%$ ). The holding time in the forming solution was established as  $\tau_{hold.} = 180...200$  s. It was promoted the maximum extraction of Ca<sup>2+</sup> ions from the eggshell powder under the action of citric acid.

It was determined the effect of the formulation components - low esterified amidated pectin, egg shell powder, citric acid, sucrose on the technological properties of «Semi-finished jelly products for sweet dishes». The regularity of changes in structural and mechanical characteristics of structured systems with the participation of these components was established.

It was founded the composition of the fruit and berry jellies as («PiC» (cherry, orange, lemon) on the basis of dry juice concentrates, «PiC Premium» (cherry, orange, lemon) on the basis of liquid juice concentrates, «PiC Premium Fresh» (cherry, orange, lemon) on the basis of natural fruit and berry raw materials) with «Semi-finished jelly products for sweet dishes» used. It were determined their food and energy (per 100 g of finished product) value, their general chemical, vitamin and mineral composition.

It was founded of «Semi-finished jelly products for sweet dishes» following shelf life up to 12 months under storage conditions ( $t \leq 20^\circ\text{C}$ ,  $W_{air.} = 70 \pm 5$  and fruit and berry jellies up to 12 hours ( $t = 4...6^\circ\text{C}$ ).

The economic effect of the introduction and the cost of production was calculated. It was determined that the implementation of the technology of «Semi-finished jelly products for sweet dishes» in the restaurants and food industry enterprises will allow the business entity to receive a profit of 6,0 ... 6,3 thousand UAH for each ton of sold products. The cost of 100 servings of fruit and berry jelly based of semi-finished jelly products was calculated. It is 325 ... 350 UAH, depending on the assortment.

A range of works on implementation of research results was conducted. There was developed and approved TU U 10.8-04718013-012:2015 «Semi-finished jelly products for sweet dishes» and TI to TU U 10.8-04718013-012:2015. New technologies are implemented in the activity of PE «Syntez» and LLC «Gudvil Invest», the study results – in Sumy National Agrarian University educational process.

*Keywords:* fruit-berry jelly, low-esterified amidated pectin, eggshells powder, calcium, semi-finished jelly product, sweet dishes.

Підписано до друку 31.10.2017 р. Формат 60×90/16. Папір офсет. Друк офсет.  
Ум. друк. арк. 1,2. Тираж 130 прим. Замовл. №15

---

Надруковано у копії-центрі «МОДЕЛІСТ», ФО-П Миронов М.В.,  
м. Харків, вул. Мистецтв, 3 літер Б-1.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ВО 4 № 022953